

**HITUNGAN BALOK BETON BERTULANG BERDASARKAN  
SNI 2847-2013 DENGAN PROGRAM *PYTHON* 2.7.13**



Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata 1 pada  
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik

Disusun oleh:

**Dedi**

**D100 130 097**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2017**

## HALAMAN PERSETUJUAN

### HITUNGAN BALOK BETON BERTULANG BERDASARKAN SNI 2847-2013 DENGAN PROGRAM *PYTHON* 2.7.13



Dosen Pembimbing

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Ali', is placed above the printed name of the supervisor.

Ir. H. Ali Asroni, M.T.  
NIK : 484

## HALAMAN PENGESAHAN

### HITUNGAN BALOK BETON BERTULANG BERDASARKAN SNI 2847-2013 DENGAN PROGRAM *PYTHON* 2.7.13

Dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi Program Studi Teknik Sipil dan  
Diterima Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Dalam Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik Sipil




Dedi

D100 130 097

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Pada tanggal:

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

1. Ir. H. Ali Asroni, M.T. (  )
2. Mochamad Solikin, S.T., M.T., Ph.D. (  )
3. Muhammad Ujjianto, S.T., M.T. (  )

Disahkan oleh:

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta



Ir. Sri Sunarjono, M.T., PhD

NIK : 682

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 18 Agustus 2017

Penulis



Dedi

D100 130 097

## HITUNGAN BALOK BETON BERTULANG BERDASARAN SNI 2847-2013 DENGAN PROGRAM *PYTHON* 2.7.13

### ABSTRAK

Upaya untuk mengimbangi laju perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi perlu dibuat program komputer untuk mempermudah dan mempercepat perhitungan dengan ketelitian hitungan tinggi. Program hitungan balok beton bertulang ini dibuat menggunakan bahasa pemrograman *Python* 2.17.13 dengan metode perancangan perhitungan berdasarkan SNI-2847-2013. Tahapan perancangan meliputi studi literatur, perhitungan dan gambar, identifikasi dan pemodelan aplikasi, perencanaan aplikasi, pembuatan aplikasi dan melakukan pengujian program aplikasi hitungan balok. Program hitungan ini bernama *Scode beam* dengan versi 1. Validasi program hitungan dilakukan dengan cara perhitungan manual. Untuk perencanaan tulangan longitudinal balok SRPMM dengan data  $f'_c=20$  MPa,  $f_y=300$  MPa,  $f_{yt}=300$  MPa, dimensi awal balok 300/500,  $d_p=8$  mm,  $D=19$  mm,  $M_u^{(+)}=65,92$  kNm,  $M_u^{(-)}=110,03$  kNm,  $T_u=14,233$  kN, didapat hasil tulangan tulangan atas =4, tulangan bawah =3,  $M_d^{(+)}=96,555$  kNm,  $M_d^{(-)}=124,597$  kNm, tulangan memanjang torsi =2. Hasil hitungan ini sama dengan hasil perhitungan manual. Untuk perencanaan tulangan geser balok SRPMK 3 bagian bentang dengan data  $f'_c=35$  MPa,  $f_y=350$  MPa,  $f_{yt}=320$  MPa, dimensi awal balok 250/400,  $d_p=10$  mm,  $D=19$  mm,  $T_u=9,24$  kN,  $V_{u1}=57,557$  kN,  $V_{u2}=156,381$  kN, bentang bersih 1 ( $L_1$ )=1 m, bentang bersih 2 ( $L_2$ )=3,5 m, bentang bersih 3 ( $L_3$ )=1 m, didapat hasil bentang bersih 1 ( $L_1$ )  $A_{v,u}=1855,02$  mm<sup>2</sup>,  $s=75$  mm, bentang bersih 2 ( $L_2$ )  $A_{v,u}=737,104$  mm<sup>2</sup>,  $s=170$  mm, bentang bersih 3 ( $L_3$ )  $A_{v,u}=1855,02$  mm<sup>2</sup>,  $s=75$  mm, hasil setelah kombinasi torsi bentang bersih 1 ( $L_1$ )  $A_{v,u}=2509,64$  mm<sup>2</sup>,  $s=60$  mm, bentang bersih 2 ( $L_2$ )  $A_{v,u}=1339,84$  mm<sup>2</sup>,  $s=115$  mm, bentang bersih 3 ( $L_3$ )  $A_{v,u}=2509,64$  mm<sup>2</sup>,  $s=60$  mm. Hasil hitungan ini sama dengan hasil perhitungan manual, dapat disimpulkan bahwa *Scode beam* valid terhadap perhitungan manual dan layak digunakan untuk perencanaan balok.

**Kata Kunci :** Aplikasi, Balok, Perencanaan, Teknologi.

### ABSTRACT

The efforts to offset the rate of development of science and technology needs to be made computer programs to simplify and speed up calculations with high accuracy count. This calculation program of reinforced concrete beam is made using *Python* 2.17.13 programming language with method of calculation design based on SNI-2847-2013. The step of design include literature studies, calculations and drawings, application identification and modeling, application planning, application creation and testing of beam count application programs. This program is named *Scode beam* with version 1. Validation of calculation program is compared by manual calculation. For longitudinal reinforcement design of SRPMM beam with data  $f'_c=20$  MPa,  $f_y=300$  MPa,  $f_{yt}=300$  MPa, initial dimension of beam 300/500,  $d_p=8$  mm,  $D=19$  mm,  $M_u^{(+)}=65,92$  kNm,  $M_u^{(-)}=110,03$  kNm,  $T_u=14,233$  kN, obtained by the upper

reinforcement =4, the lower reinforcement =3,  $M_d^{(+)}= 96,555 \text{ kNm}$ ,  $M_d^{(-)}=124,597 \text{ kNm}$ , torque longitudinal reinforced =2, The result of this count is the same as the result of manual calculation. For reinforced shear reinforcement SRPMK 3 span section with data  $f'_c=35 \text{ MPa}$ ,  $f_y=350 \text{ MPa}$ ,  $f_{yt}=320 \text{ MPa}$ , initial dimension of beam 250/400,  $d_p=10 \text{ mm}$ ,  $D=19 \text{ mm}$ ,  $T_u=9,24 \text{ kN}$ ,  $V_{u1}=57,557 \text{ kN}$ ,  $V_{u2}= 156,381 \text{ kN}$ , clean span 1 ( $L_1$ ) = 1 m, clean span 2 ( $L_2$ ) = 3,5 m, clean span 3 ( $L_3$ ) = 1 m, the result of clean span 1 ( $L_1$ )  $A_{v,u} = 1855,02 \text{ mm}^2$ ,  $s=75 \text{ mm}$ , clean span 2 ( $L_2$ )  $A_{v,u}=737,104 \text{ mm}^2$ ,  $s=170 \text{ mm}$ , clean span 3 ( $L_3$ )  $A_{v,u}=1855,02 \text{ mm}^2$ ,  $s=75 \text{ mm}$ , the result after the combination of clean span torque 1 ( $L_1$ )  $A_{v,u}=2509,64 \text{ mm}^2$ ,  $s=60 \text{ mm}$ , clean span 2 ( $L_2$ )  $A_{v,u}=1339,84 \text{ mm}^2$ ,  $s=115 \text{ mm}$ , clean span 3 ( $L_3$ )  $A_{v,u}=2509,64 \text{ mm}^2$ ,  $s=60 \text{ mm}$ . The result of this count is the same as the result of manual calculation, it can be concluded that *Scode beam* is valid compared manual calculation and is suitable for beam planning.

**Keywords :** Application, Beam, Planning, Technology.

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan dunia konstruksi di Indonesia tidak terpisahkan dari perkembangan teknologi beton, mengingat material ini merupakan komponen struktur yang sering digunakan. Oleh karena perkembangan tersebut, terjadi penyesuaian perencanaan dan perancangan yang dilakukan Badan Standarisasi Nasional (BSN) dalam upaya mengimbangi pesatnya laju perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya beton bertulang. Pedoman standar yang mengatur perencanaan dan pelaksanaan beton bertulangan yang awalnya dari Peraturan Beton Indonesia 1955 (PBI 1955), kemudian PBI 1971 dan yang terakhir adalah SNI 2847-2013.

Penggunaan alat elektronik seperti komputer telah menjadi kebutuhan yang tidak terpisahkan oleh masyarakat umum, termasuk bidang rekayasa teknik sipil. Adanya program rekayasa teknik berbasis komputer memudahkan pelaku dunia konstruksi dalam perencanaan dan perancangan keteniksipilan. Meskipun demikian, pemakaian program rekayasa ketekniksipilan berbeda dengan program bisnis pada umumnya (Wiryanto Dewobroto, 2005). Perlu adanya penyesuaian teknologi program rekayasa/aplikasi dalam bidang teknik sipil dengan standarisasi yang telah ditentukan oleh sebuah lembaga resmi seperti BSN. Perencanaan dan perancangan struktur beton bertulang di Indonesia yang terbaru berdasarkan SNI 2847-2013.

Namun pada kenyataanya, kecepatan pemahaman akan standar teknis yang baru muncul tidak sama pada setiap pemangku kepentingan, khususnya pada standar

beton Indonesia ini. Beberapa perencana maupun pihak akademis di daerah masih menggunakan standar yang lama (Herlina, 2007). Oleh sebab itu perlu adanya kombinasi antara standarisasi yang digunakan dengan perkembangan teknologi yang diwujudkan dalam sebuah program komputer.

Program komputer dibuat untuk mempermudah dan mempercepat perhitungan bila dibandingkan dengan cara konvensional, yaitu dengan perhitungan manual kalkulator. Hitungan struktur beton bertulang akan lebih mudah dengan aplikasi bahasa pemrograman berupa *software* berbasis *GUI (Graphical User Interface)*. Hasil keluaran *Software* ini berupa kecukupan dimensi, jumlah dan diameter tulangan longitudinal maupun tulangan geser, penampang melintang dan memanjang balok. Aplikasi ini juga memberikan keuntungan bagi perencana karena lebih mudah dan efisien dengan ketelitian hitungan tinggi.

## **2. METODE PERANCANGAN PROGRAM**

Perancangan program ini berupa model balok dari komponen struktur portal gedung. Balok tersebut dirancang dengan mutu bahan tertentu, dan disimulasikan mendukung beban-beban yang berupa momen lentur, gaya geser serta torsi.

Dengan mutu bahan dan beban-beban yang bekerja pada balok, selanjutnya dihitung dimensi serta penulangan balok berdasarkan prinsip hitungan balok sebagai SRPMB, SRPMM dan SRPMK.

## **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **3.1. Pengoperasian Program Hitungan**

Berikut ini dijelaskan cara pengoperasian program hitungan *Scode beam* pada *windows 7*.

#### **3.1.2 *Splash screen***

Langkah awal yang harus dilakukan adalah membuka program hitungan *Scode beam* pada *start* desktop komputer. Pertama kali akan muncul tampilan *Splash screen* dengan selang waktu beberapa detik kemudian akan menghilang dengan sendirinya. *Splash screen* dapat dilihat pada Gambar 3.1.





Gambar 3.1 Window splash screen

### 3.1.2 Cover

*Form* ini memuat beberapa hal yaitu nama program, nama pembuat program dan editor program hitungan. Di dalam *form* ini terdapat menu pemilihan yang diberikan pada *user* yaitu pemilihan lanjut menggunakan aplikasi atau menutup aplikasi yang akan dijelankannya. *Form cover* dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar V.2 Form cover

### 3.1.3 Form login

Setelah mengklik tombol *next* maka akan muncul tampilan *form login*. Pada *form* ini *user* harus memasukkan data diri kemudian dipilih *button* OKE untuk melanjutkan ke *form* selanjutnya. *Form input* data diri dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 *Form input data diri*

Untuk *input* data diri ini akan terdapat *warning* jika bagian *entry* data tidak diisi berikut *form warning* dapat dilihat pada Gambar 3.4 di bawah ini :



Gambar 3.4 *Form warning*

#### 3.1.4. *Form pemilihan jenis balok*

Pada *form* ini terdapat pemilihan jenis balok yang akan didesain meliputi balok SRPMB, SRPMM, SRPMK. Untuk *menu bar home* maka akan kembali ke menu awal *form cover* pada Gambar 3.2. Dan *menu bar close* untuk menutup *form* pemilihan balok ini. Untuk *from* pemilihan jenis balok dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 *Form* pemilihan jenis balok

### 3.1.5. *Form* desain balok

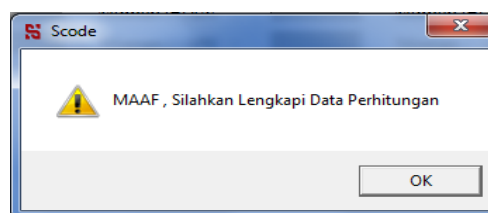
Berikut tampilan *form* untuk perencanaan balok beton bertulang SRPMB, SRPMM dan SRPMK dari Gambar 3.8 sampai Gambar 3.10.

Gambar 3.8 *Form* perencanaan desain balok SRPMB

Gambar 3.9 *Form* perencanaan desain balok SRPMM

Gambar 3.10 *Form* perencanaan desain balok SRPMK

Jika data yang di *input* tidak lengkap maka akan muncul *warning* seperti Gambar 3.11.



Gambar 3.11 *Form* warning data perhitungan

Terdapat *input* 3 atau 5 bagian bentang balok gaya geser untuk lebih jelasnya dapat dilihat Gambar 3.12. Untuk *input* gaya geser perlu 3 bagian dan Gambar 3.13 untuk *input* gaya geser perlu 5 bagian.

Gambar 3.12 *Input* gaya geser 3 bagian SRPMB

Gambar 3.13 *Input* gaya geser 5 bagian SRPMB

Didalam form perhitungan desain balok terdapat beberapa button yang berfungsi menjalankan program yaitu sebagai berikut :

1). *Button* hitung

Setelah semua data yang di *input* sudah semua dilengkapi untuk mengitung maka tinggal menekan *button* hitung, dan hitungan akan muncul di bagian kotak tengah *form* *listbox*.

2). *Button* reset

*Button* reset pada *form* hitungan berguna untuk menghapus data yang digunakan untuk perhitungan.



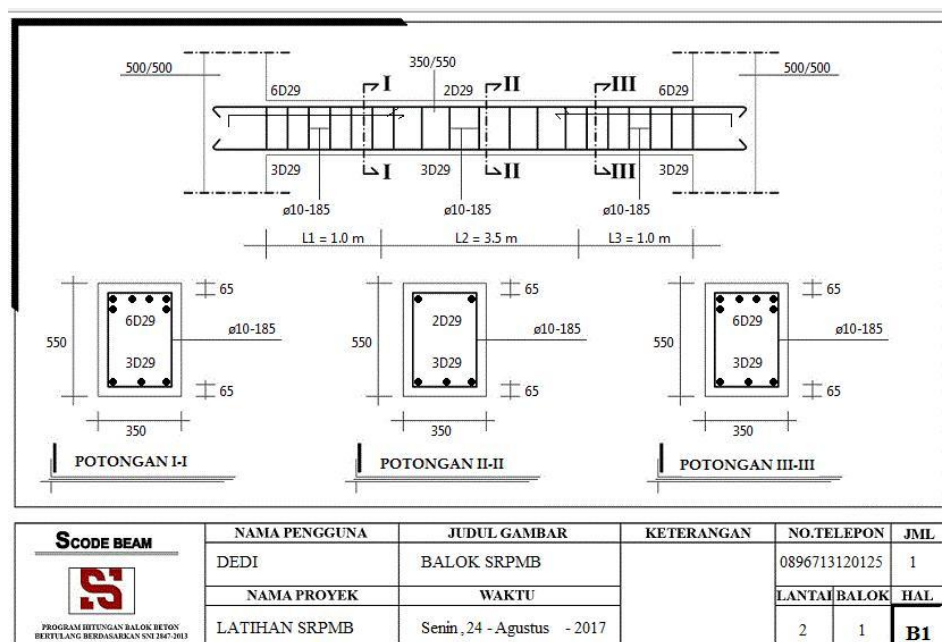
### 3). *Button* simpan

*Button* simpan digunakan untuk menyimpan hasil hitungan dengan format .doc.

Data yang disimpan berupa hasil hitungan yang telah dilakukan.

### 4). *Button* lihat gambar

*Button* lihat gambar digunakan untuk melihat hasil gambar pada hitungan yang dilakukan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.14.



Gambar 3.14 Gambar hasil hitungan balok SRPMB

## 3.2. Validasi Program Hitungan

Program hitungan *Scode beam* ini divalidasi untuk memastikan kelayakan program sesuai yang disyaratkan pada standar perencanaan. Hal tersebut dilakukan supaya dapat memberikan hasil hitungan maupun gambar secara konsisten/tetap. Program hitungan balok beton bertulang berdasarkan SNI 2847-2013 ini dilakukan validasi dengan cara perhitungan manual. Untuk lebih jelasnya dapat diuraikan pada beberapa sub bab berikut.

### 3.2.1. Perencanaan balok SRPMB

Untuk keperluan validasi dengan program *Scode beam*, dipilih data perencanaan dengan nilai  $f'_c = 25$  MPa,  $f_y = 350$  MPa,  $f_{yt} = 350$  MPa, dimensi awal balok 350/550,  $d_p = 10$  mm,  $D = 29$  mm,  $h_k = 500/500$ ,  $L = 6$  m, 3 bagian gaya geser

dengan  $L_1 = 1$  m,  $L_2 = 3,5$  m,  $L_3 = 1$  m, 5 bagian gaya geser dengan  $L_1 = 1$  m,  $L_2 = 1$ ,  $L_3 = 1,5$  m,  $L_4 = 1$  m,  $L_5 = 1$  m. Hasil perbandingan hitungan perencanaan antara program *Scode beam* dan manual dapat dilihat pada Tabel 3.1 sampai Tabel 3.3.

Tabel 3.1 Perbandingan hasil hitungan tulangan longitudinal balok SRPMB

	Bagian	$M_u^{(+)}$ (kN-m)	$M_u^{(-)}$ (kN-m)	Tul. Bawah	Tul. Atas	$M_d^{(+)}$	$M_d^{(-)}$	$T_u$ (kN)	Jml (bh)
Scode	Kiri	212.149	450.4	3	6	259.318	517.012	8.006	-
	Lap.	270.802	92.802	3	2	276.205	188.704		
	Kanan	212.149	450.4	3	6	259.244	517.012		
Manual*	Kiri	212.149	450.4	3	6	259.318	517.012	8.006	-
	Lap.	170.802	92.802	3	2	276.205	188.704		
	Kanan	212.149	450.4	3	6	259.244	517.012		

Tabel 3.2 Perbandingan hasil hitungan tulangan geser 3 bagian gaya balok SRPMB

	Ujung Kiri (kN)		Ujung Kanan (kN)		Panjang Bersih	Sebelum Torsi		Sesudah Torsi	
	$V_{u1}$	$V_{u2}$	$V_{u1}$	$V_{u2}$		$A_{vu}$ (mm <sup>2</sup> )	jarak (mm)	$A_{vu}$ (mm <sup>2</sup> )	jarak (mm)
<i>Scode beam</i>	40.55	124.56	40.55	124.56	$L_1$	350	225	839.508	185
					$L_2$	350	240	795.875	185
					$L_3$	350	225	839.508	185
Manual*	40.55	124.56	40.55	124.56	$L_1$	350	225	839.508	185
					$L_2$	350	240	795.875	185
					$L_3$	350	225	839.508	185

Tabel 3.3 Perbandingan hasil hitungan tulangan geser 5 bagian gaya balok SRPMB

	Ujung Kiri (kN)		Ujung Kanan (kN)		Panjang Bersih	Sebelum Torsi		Sesudah Torsi	
	$V_{u1}$	$V_{u2}$	$V_{u1}$	$V_{u2}$		$A_{vu}$ (mm <sup>2</sup> )	jarak (mm)	$A_{vu}$ (mm <sup>2</sup> )	jarak (mm)
<i>Scode beam</i>	40.55	124.56	40.55	124.56	$L_1$	350	225	839.508	185
					$L_2$	350	240	795.875	185
					$L_3$	350	240	795.875	185
					$L_4$	350	240	795.875	185
					$L_5$	350	225	839.508	185



Tabel 3.3 (lanjutan)

Manual*	40.55	124.56	40.55	124.56	L <sub>1</sub>	350	225	839.508	185
					L <sub>2</sub>	350	240	795.875	185
					L <sub>3</sub>	350	240	795.875	185
					L <sub>4</sub>	350	240	795.875	185
					L <sub>5</sub>	350	225	839.508	185

Dari Tabel 3.1 sampai dengan Tabel 3.3 dapat dilihat pada hasil perhitungan tulangan longitudinal, tulangan geser, tulangan torsi antara *Scode beam* dan cara manual. Untuk hasil hitungan  $M_d$  (momen desain) sama dengan hitungan manual. Untuk hasil perhitungan tulangan geser tidak ada perbedaan hasil hitungan jarak begel. Untuk tulangan torsi yaitu tulangan geser maupun tulangan longitudinal tidak terdapat perbedaan hasil hitungan. Maka *Scode beam* layak untuk digunakan sebagai program pembantu perhitungan perencanaan balok dan dinyatakan **Valid**.

### 3.2.2. Perencanaan balok SRPMM

Untuk keperluan validasi dengan program *Scode beam*, dipilih data perencanaan dengan nilai  $f'_c = 20$  MPa,  $f_y = 300$  MPa,  $f_{yt} = 300$  MPa, dimensi awal balok 300/500,  $d_p = 8$  mm,  $D = 19$  mm,  $h_k = 500/500$ ,  $L = 5$  m, 3 bagian gaya geser dengan  $L_1 = 1$  m,  $L_2 = 2,5$  m,  $L_3 = 1$  m, 5 bagian gaya geser dengan  $L_1 = 1$  m,  $L_2 = 1$ ,  $L_3 = 0,5$  m,  $L_4 = 1$  m,  $L_5 = 1$  m. Hasil perbandingan hitungan perencanaan antara program *Scode beam* dan manual dapat dilihat pada Tabel 3.4 sampai Tabel 3.6.

Tabel 3.4 Perbandingan hasil hitungan tulangan longitudinal balok SRPMM

	Bagian	$M_u^{(+)}$ (kN-m)	$M_u^{(-)}$ (kN-m)	Tul. Bawah	Tul. Atas	$M_d^{(+)}$	$M_d^{(-)}$	$T_u$ (kN)	Jml (bh)
Scode	Kiri	65.92	110.03	3	4	96.555	124.597	14.233	2
	Lap.	102.3	22.006	4	3	124.596	96.555		
	Kanan	36.49	95.59	3	4	96.555	124.597		
Manual*	Kiri	65.92	110.03	3	4	96.555	124.597	14.233	2
	Lap.	102.3	22.006	4	3	124.597	96.555		
	Kanan	36.49	95.59	3	4	96.555	124.597		

Tabel 3.5 Perbandingan hasil hitungan tulangan geser 3 bagian gaya balok SRPMM

	Ujung Kiri (kN)		Ujung Kanan (kN)		Panjang Bersih	Sebelum Torsi		Sesudah Torsi	
	$V_{u1}$	$V_{u2}$	$V_{u1}$	$V_{u2}$		$A_{vu}$ (mm <sup>2</sup> )	jarak (mm)	$A_{vu}$ (mm <sup>2</sup> )	jarak (mm)
<i>Scode beam</i>	55.64	95.59	55.64	95.59	L <sub>1</sub>	350	110	1316.63	75
					L <sub>2</sub>	350	220	859.669	115
					L <sub>3</sub>	350	110	1316.63	75
Manual*	55.64	95.59	55.64	95.59	L <sub>1</sub>	350	110	1316.63	75
					L <sub>2</sub>	350	220	859.669	115
					L <sub>3</sub>	350	110	1316.63	75

Tabel 3.6 Perbandingan hasil hitungan tulangan geser 5 bagian gaya balok SRPMM

	Ujung Kiri (kN)		Ujung Kanan (kN)		Panjang Bersih	Sebelum Torsi		Sesudah Torsi	
	$V_{u1}$	$V_{u2}$	$V_{u1}$	$V_{u2}$		$A_{vu}$ (mm <sup>2</sup> )	jarak (mm)	$A_{vu}$ (mm <sup>2</sup> )	jarak (mm)
<i>Scode beam</i>	55.64	95.59	55.64	95.59	L <sub>1</sub>	350	110	1316.63	75
					L <sub>2</sub>	350	220	859.669	115
					L <sub>3</sub>	350	220	859.669	115
					L <sub>4</sub>	350	220	859.669	115
					L <sub>5</sub>	350	110	1316.63	75
Manual*	55.64	95.59	55.64	95.59	L <sub>1</sub>	350	110	1316.63	75
					L <sub>2</sub>	350	220	859.669	115
					L <sub>3</sub>	350	220	859.669	115
					L <sub>4</sub>	350	220	859.669	115
					L <sub>5</sub>	350	110	1316.63	75

Dari Tabel 3.4 sampai dengan Tabel 3.6 dapat dilihat pada hasil perhitungan  $M_d$  (momen desain) terdapat perbedaan terbesar yaitu 0,001 pada  $M_d^{(+)}$  bagian lapangan, hal ini disebabkan karena adanya pembulatan angka dibelakang koma. Untuk hasil perhitungan tulangan geser tidak ada perbedaan hasil hitungan jarak begel. Untuk tulangan torsi yaitu tulangan geser maupun tulangan longitudinal tidak terdapat perbedaan hasil hitungan.. Maka *Scode beam* layak untuk digunakan sebagai program pembantu perhitungan perencanaan balok dan dinyatakan **Valid**.

### 3.2.3. Perencanaan balok SRPMK

Untuk keperluan validasi dengan program *Scode beam*, dipilih data perencanaan dengan nilai  $f'_c = 35$  MPa,  $f_y = 350$  MPa,  $f_{yt} = 320$  MPa, dimensi awal balok 250/400,  $d_p = 10$  mm,  $D = 19$  mm,  $h_k = 350/350$ ,  $L = 6$  m, 3 bagian gaya geser dengan  $L_1 = 1$  m,  $L_2 = 3,5$  m,  $L_3 = 1$  m, 5 bagian gaya geser dengan  $L_1 = 1$  m,  $L_2 = 1$ ,  $L_3 = 1,5$  m,  $L_4 = 1$  m,  $L_5 = 1$  m. Hasil perbandingan hitungan perencanaan antara program *Scode beam* dan manual dapat dilihat pada Tabel V.7 sampai Tabel V.9.

Tabel 3.7 Perbandingan hasil hitungan tulangan longitudinal balok SRPMK

	Bagian	$M_u^{(+)}$ (kN-m)	$M_u^{(-)}$ (kN-m)	Tul. Bawah	Tul. Atas	$M_{kap}^{(+)}$	$M_{kap}^{(-)}$	$T_u$ (kN)	Jml (bh)
Scode	Kiri	59.068	118.136	3	5	141.875	183.573	9.24	2
	Lap.	65.632	29.534	3	2	117.139	100.549		
	Kanan	59.068	118.136	3	5	141.875	183.573		
Manual*	Kiri	59.068	118.136	3	5	141.875	183.573	9.24	2
	Lap.	65.632	29.534	3	2	117.137	100.549		
	Kanan	59.068	118.136	3	5	141.875	183.573		

Tabel 3.8 Perbandingan hasil hitungan tulangan geser 3 bagian gaya balok SRPMK

	Ujung Kiri (kN)		Ujung Kanan (kN)		Panjang Bersih	Sebelum Torsi		Sesudah Torsi	
	$V_{u1}$	$V_{u2}$	$V_{u1}$	$V_{u2}$		$A_{vu}$ (mm <sup>2</sup> )	jarak (mm)	$A_{vu}$ (mm <sup>2</sup> )	jarak (mm)
<i>Scode beam</i>	57.5 57	156.3 81	57.5 57	156.3 81	L <sub>1</sub>	1855.02	75	2509.64	60
					L <sub>2</sub>	737.104	170	1339.84	115
					L <sub>3</sub>	1855.02	75	2509.64	60
Manual*	57.5 57	156.3 81	57.5 57	156.3 81	L <sub>1</sub>	1855.02	75	2509.64	60
					L <sub>2</sub>	737.104	170	1339.84	115
					L <sub>3</sub>	1855.02	75	2509.64	60

Tabel 3.9 Perbandingan hasil hitungan tulangan geser 5 bagian gaya balok SRPMK

	Ujung Kiri (kN)		Ujung Kanan (kN)		Panjang Bersih	Sebelum Torsi		Sesudah Torsi	
	$V_{u1}$	$V_{u2}$	$V_{u1}$	$V_{u2}$		$A_{vu}$ (mm <sup>2</sup> )	jarak (mm)	$A_{vu}$ (mm <sup>2</sup> )	jarak (mm)
<i>Scode beam</i>	57.557	156.381	57.557	156.381	L <sub>1</sub>	1855.02	75	2509.64	60
					L <sub>2</sub>	737.104	170	1339.84	115
					L <sub>3</sub>	333.411	170	1339.84	115
					L <sub>4</sub>	737.104	170	1339.84	115
					L <sub>5</sub>	1855.02	75	2509.64	60
Manual*	57.557	156.381	57.557	156.381	L <sub>1</sub>	1855.02	75	2509.64	60
					L <sub>2</sub>	737.104	170	1339.84	115
					L <sub>3</sub>	333.411	170	1339.84	115
					L <sub>4</sub>	737.104	170	1339.84	115
					L <sub>5</sub>	1855.02	75	2509.64	60

Dari Tabel 3.7 sampai dengan Tabel 3.9 dapat dilihat pada hasil perhitungan tulangan longitudinal, tulangan geser, tulangan torsi antara *Scode beam* dan cara manual. Untuk hasil hitungan  $M_d$  (momen desain) terdapat perbedaan terbesar yaitu 0,002 pada  $M_d^{(+)}$  bagian lapangan, hal ini disebabkan karena adanya pembulatan angka dibelakang koma. Untuk hasil perhitungan tulangan geser tidak ada perbedaan hasil hitungan jarak begel. Untuk tulangan torsi yaitu tulangan geser maupun tulangan longitudinal tidak terdapat perbedaan hasil hitungan. Maka *Scode beam* layak untuk digunakan sebagai program pembantu perhitungan perencanaan balok dan dinyatakan **Valid**.

#### 4. PENUTUP

##### 4.1. Kesimpulan

- 1.) Bahasa pemrograman *python* sangat sulit bagi *programmer* pemula karena setiap prosesnya untuk menambahkan item program harus menginput *syntax* tersendiri.
- 2.) Program hitungan *Scode beam* mudah diaplikasikan oleh pengguna.
- 3.) *Scode beam* valid dibandingkan dengan perhitungan manual, sehingga bisa digunakan untuk perhitungan dalam perencanaan balok beton bertulang.
- 4.) Hasil hitungan dan gambar dapat dilihat pada tampilan layar dan juga dapat disimpan kemudian dicetak.

## 4.2. Saran

Untuk perkembangan aplikasi bahasa pemrograman yang sama maka perlu diberikan saran sebagai berikut :

- 1.) Hasil perhitungan gambar yang ditampilkan dapat dikombinasikan dengan gambar bergerak supaya lebih menarik.
- 2.) Pemilihan bahasa pemrograman harus diteliti terlebih dahulu terhadap *aplicability* program yang akan digunakan.
- 3.) Sebelum pembuatan program hitungan dilakukan survey kuisioner kepada perencana yang berguna untuk pemilihan tema program supaya berguna dilapangan.
- 4.) Perlunya kajian pada pembulatan jumlah tulangan longitudinal/transversal balok.

## DAFTAR PUSTAKA

- ACI, 1983., *Building Code Requirements for Reinforced Concrete ACI 318 M-83*, Detroit : American Concrete Institute.
- Asroni, A., 2014. *Teori Dan Desain Balok Plat Beton Bertulang*, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Asroni, A., 2015. *Struktur Beton Lanjut Sesuai SNI 2847-2013*, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- BSN., 2012. *Tatacara Perancangan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*, SNI 1726-2012, ICS 91.120.25;91.080.01, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- BSN., 2013. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*, SNI 2847-2013, ICS 91.080.40, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Dewobroto, W., 2005. *Aplikasi Rekayasa Konstruksi dengan Visual Basic 6.0. I*. PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Herlina, 2007. *Kajian Aplikasi Standar Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung Dalam Pelaksanaan Bangunan Di Indonesia*. Jurnal Standarisasi Vol. 9 No.1 Tahun 2007 : 35-41.
- Purnomo., 2010. *Perhitungan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa Dengan Bahasa Pemrograman Visual Basic*. Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Sianipar, R.H., Wadi, H. 2015. *Pemrograman Python (teori dan implementasi)*. Bandung, Penerbit : Informatika Bandung.
- Suparman., 2005. *Program Perhitungan Tulangan Balok Beton Bertulang Menggunakan Microsoft Visual Basic 6.0*. Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.